

氏 名	石橋 知彦
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	第 5428 号
学位授与年月日	平成 21 年 3 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
学位論文名	橋梁上に設置された柱状付属構造物の疲労損傷防止に関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 山口 隆司 副 査 教 授 谷池 義人 副 査 教 授 大内 一

論文内容の要旨

本研究では、橋梁上に設置された柱状付属構造物の疲労損傷を対象とし、その対策方法の開発を目的とした。橋梁上に設置された柱状付属構造物は、風や地震といった代表的な動的荷重の他に、橋梁を通過する車両に起因する振動により揺らされる、いわゆる交通振動が問題となりやすく、本研究における外力は主にこの交通振動を対象とした。本論文は全 5 章から構成され、各章の内容を要約すると、以下のとおりである。

第 1 章では、本研究の社会的背景ならびに本研究に関連する既往の研究をまとめ、研究目的および論文の構成を示した。

第 2 章では、柱状付属構造物が振動した場合の柱脚部の疲労損傷に着目し、標準的な柱脚部構造で疲労が問題となるリブプレートを用いない、フレア管タイプおよび増厚管タイプと呼ぶ 2 つの新たな構造を提案した。そしてこれらの提案構造に対し、繰返し載荷実験を行い、それらの疲労強度改善効果が高いことを確認した。また、標準的な柱脚部構造のリブプレート上端部の回し溶接部形状による疲労強度の違いについても調べ、新たな柱脚部構造とともに疲労に強い柱脚部構造についてまとめた。

第 3 章では、振動そのものを抑制する安価な手段として、柱の先端付近と柱脚部付近をワイヤーロープでつなぐ方法を提案し、強制振動実験によりその振動低減効果を実験的に調べた。ワイヤーロープは面内方向（橋軸直角方向）に 1 本または 2 本張り、柱との離隔距離や静止時のワイヤーロープ張力をパラメータとして振動低減効果を比較し、その振動低減メカニズムについて議論した。

第 4 章では、第 3 章とは異なる安価な振動抑制手段として、柱脚部ベースプレートの下にゴムシートを敷く方法および柱脚部付近の柱材にハカマ材と呼ぶ半円状のカバープレート 2 個をかぶせ、取付バンドにより柱に取り付ける方法を提案し、強制振動実験によりその振動低減効果を実験的に調べた。ゴムシートの材質についてはコストを重視し、一般的な材質であるクロロブレンゴムを採用し、ショア硬度およびゴム厚を変化させた。ハカマ材については、ハカマ材の長さや板厚、固定度を変化させた。そして、それぞれの方法の振動低減メカニズムについて議論し、柱状付属構造物の効果的な振動低減方法についてまとめた。

第 5 章では、本研究により得られた成果をまとめるとともに、健全な橋梁上の柱状付属構造物のあり方についてまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文では、橋梁上に設置された照明柱や標識柱などの柱状付属構造物の疲労損傷防止方法を提案している。これまで問題となっていた制振対策コストに重点を置き、安価に実施できる対策方法を複数、提案し、その効果を、実験結果をもとに明らかにしている。また、提案した複数の対策方法の制振効果やコスト、維持管理性を比較している。

まず、柱状付属構造物の柱脚部の疲労特性に着目し、構造的弱点とされているリブプレートを用いない、2 つの柱脚部構造を提案している。1 つは鋼管端部を 90 度を開くフレア加工を施したもので、もう 1 つは鋼管端部の板厚を約 2 倍にする増厚加工を施したものである。また、従来の構造の採用を想定し、リブプレート上端部の溶接条件が疲労強度に与える影響についても調べている。これらの構造に対して、実物大での静荷重実験および繰返し載荷実験を実施し、その力学特性および耐疲労性を調べている。その結果、提案構造は疲労強度を改善できることを示すとともに、製작성や維持管理性の面から、リブプレート構造において、溶接止端の仕上げを実施する方法も優れていることを示し

ている。また、溶接止端の仕上げを実施せず、入熱量を抑えるなど溶接条件を変更することでも、疲労強度の改善が可能であることを明らかにしている。

次に、柱状付属構造物の制振対策として、ワイヤーロープを用いた制振方法を提案し、その効果を、縮尺模型を用いた振動実験により詳細に調べている。その結果、構造系にワイヤーロープを付加することによる剛性の非線形な変化により、応答を大きく低減できることを明らかにしている。

また、ベースプレートの下面にクロロプレンゴムシートを挿入する方法、柱の下部に半円形のカバープレート1対を巻き、取付バンドで留める方法を提案し、振動実験により、その制振効果を調べている。その結果、一般的な材質のゴムでも一定の応答低減効果が得られること、カバープレートと柱間の摩擦による減衰が得られることより、カバープレートを付加する方法によっても応答を低減できることを定量的に明らかにしている。

以上のように、本論文は、柱状付属構造物の安価な疲労損傷防止法を提案し、それらの方法の効果を定量的に明らかにするとともにその制振メカニズムについても言及しており、実用的に有用な知見を多く得ている。これらの研究成果は、構造工学の発展に寄与するところが大きい。したがって、本論文の著者は、博士（工学）の学位を受ける資格を有すると認める。